

Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología

LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS POR HIDROCARBUROS: UN ENFOQUE PARA ABORDAR SU ESTUDIO

Lic. Vicente I. Prieto Díaz¹ y Lic. Agustín Martínez de Villa Pérez²

RESUMEN

Se presenta una metodología para estudiar las aguas, ésta, con eficiencia de recursos materiales y humanos permite identificar los hidrocarburos contaminantes, cuantificarlos, determinar su fuente y hacerles su seguimiento después de la intervención. Para ello se combinan como técnicas de análisis las determinaciones de hidrocarburos por el número de olor incipiente y por el método ultravioleta. La simplificación que realiza el método para abordar este tipo de contaminación permite su empleo en laboratorios químicos que cuenten con escasos recursos materiales, lo que hace posible su generalización a centros que cuenten con el equipamiento básico de laboratorio.

Descriptor DeCS: CONTAMINACION DEL AGUA; HIDROCARBUROS/
/efectos adversos; HIDROCARBUROS/analisis.

La contaminación de las aguas por hidrocarburos en los sistemas de almacenamiento, en las fuentes de abastecimiento subterráneas y superficiales, así como en otros cuerpos de agua es un hecho que ocurre con relativa frecuencia. Este tipo de contaminación produce un cambio en las características organolépticas del agua que induce al rechazo de los consumidores, y su ingestión representa un riesgo para la salud; asimismo, el ecosistema puede sufrir afectaciones debidas al impacto ne-

gativo de estos contaminantes sobre sus diferentes componentes.

Las contaminaciones pueden presentarse de 2 formas generales: puntuales y sistemáticas. Las primeras ocurren de manera fortuita en los cuerpos de agua donde generalmente no hay presencia de hidrocarburos. Las segundas son habituales y caracterizan a aquellas aguas que son contaminadas por la actividad antrópica que en ellas se realiza. Por otro lado, las fuentes de la contaminación pueden ser sim-

¹ Master en Salud Ambiental. Licenciado en Química. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología.

² Master en Salud Ambiental. Licenciado en Biología. Centro Provincial de Higiene y Epidemiología de Ciudad de La Habana.

ples o múltiples, y verter al medio 1 o varios componentes del petróleo.

El estudio de este tipo de contaminaciones puede alcanzar una gran complejidad, determinada ésta por la naturaleza de la contaminación, los métodos de análisis empleados y la manera en que se proceda en la ejecución del estudio; la integración de estos factores determina su alcance, la eficiencia en el uso de los recursos y la ejecución de una intervención adecuada.

Existen diferentes métodos analíticos que permiten estudiar este tipo de contaminación, entre los que se encuentran la cromatografía gaseosa, métodos de partición gravimétrica y métodos espectroscópicos infrarrojo y ultravioleta.¹⁻⁴ Cada uno de ellos tiene ventajas y limitantes, de las que se pueden señalar, en el caso de los métodos instrumentales, el elevado costo del equipamiento y la necesidad de patrones de alta pureza de los hidrocarburos presentes en la contaminación.

La cromatografía gaseosa es de los métodos señalados el de mayor sensibilidad. Los métodos de partición gravimétrica y extracción presentan una baja sensibilidad (mayor que 10 mg/L). El método infrarrojo presenta valores de detección del orden de 0,2 mg/L, superior a lo requerido en el caso de las aguas de consumo.^{1,2}

*Martínez de Villa y Prieto*⁵ desarrollaron una metodología para estudiar las contaminaciones por hidrocarburos en las aguas de consumo, en la que se utilizan 2 métodos analíticos: la determinación de hidrocarburos por espectrofotometría ultravioleta y el número de olor incipiente (NOI). En el primero se logra una sensibilidad de 2 $\mu\text{g/L}$ ^{3,4,6,7} y el segundo es capaz de detectar concentraciones tan bajas como 5 $\mu\text{g/L}$ en el caso de la gasolina.¹ Los mismos autores, en el XV Congreso Internacional de la Asociación Internacional de

Ingeniería Sanitaria (AIDIS) en México (1996), presentaron una ponencia que refiere la obtención de resultados satisfactorios en el empleo de dicha metodología al estudiar contaminaciones en fuentes de abastecimiento subterráneas y superficiales, ríos, presas, embalses y playas. Este trabajo se complementó posteriormente con la integración a la metodología de un análisis de acuerdo con el tipo de contaminación presente y con las características probables de sus fuentes, así resultó esta metodología.

METODOLOGÍA

La metodología propuesta para estudiar la contaminación de las aguas por hidrocarburos (fig. 1) utiliza como técnicas de análisis el número de olor incipiente (NOI)^{1,2} (fig. 2) y la determinación de hidrocarburo por espectrofotometría ultravioleta⁵ (fig. 3).

Al desarrollar el estudio es necesario identificar previamente si la(s) fuente(s) potencial(es) de contaminación es conocida o desconocida. Una vez determinado el tipo de fuente(s) se procederá según los pasos siguientes:

- I. Fuentes conocidas. Suprimir éstas y continuar como sigue:
 - A. Si la fuente es *única*, o son *varias de composición similar*, se toma una muestra del hidrocarburo contaminante de aproximadamente 100 mL y una muestra del agua de 4 L, en frascos preparados al efecto. Con estas muestras se realizará la corroboración, cuantificación y seguimiento de la contaminación.

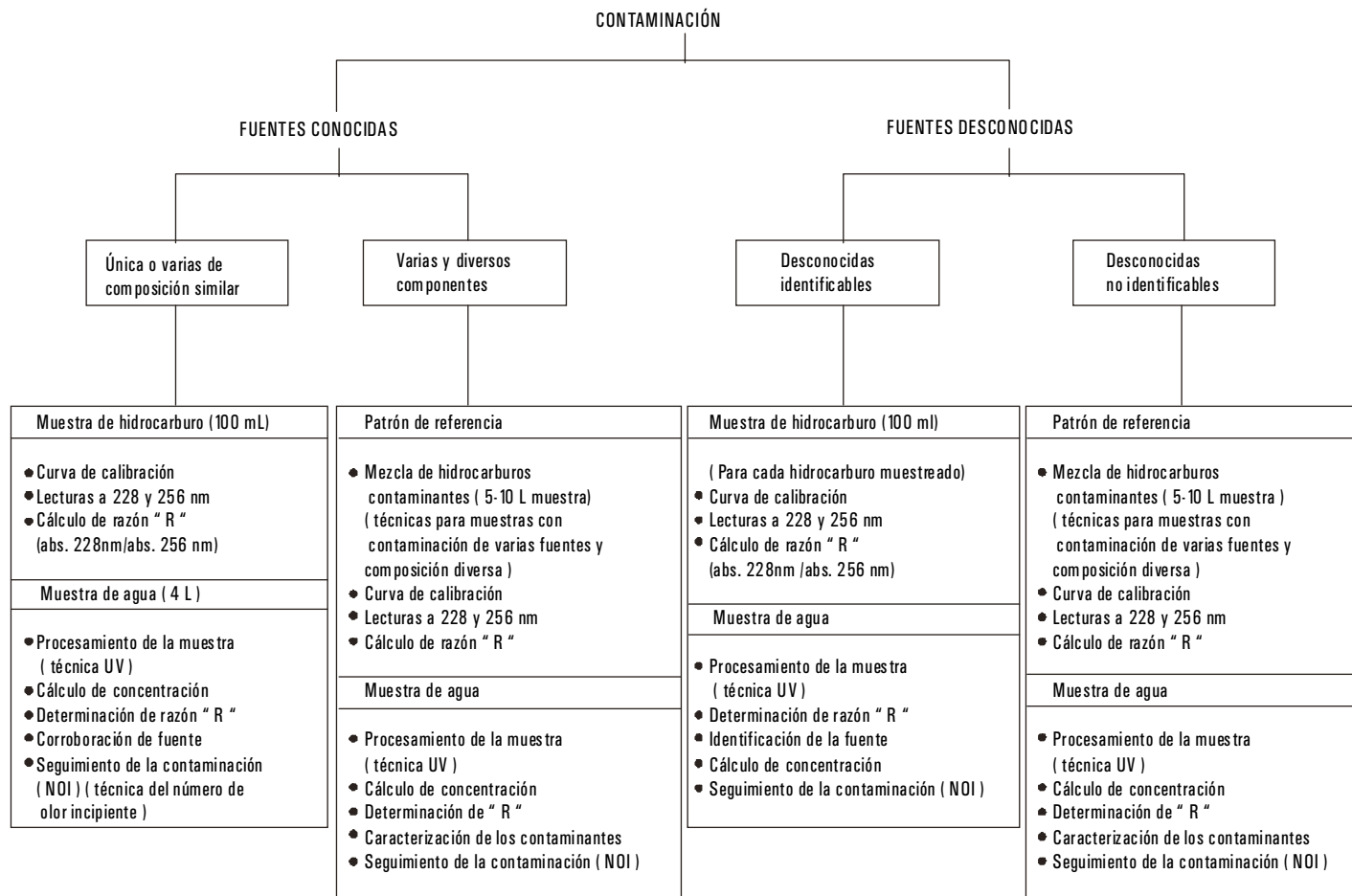


Fig. 1. Esquema general de la metodología.

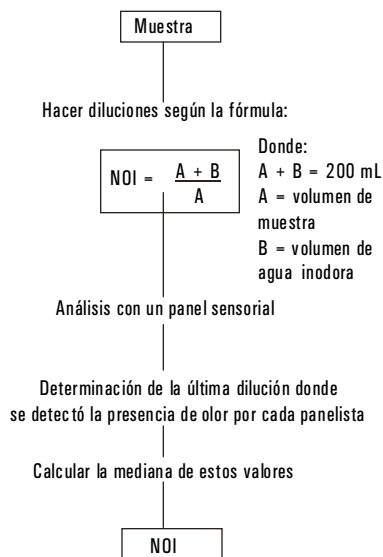


Fig. 2. Diagrama de flujo del número de olor incipiente (NOI).

Para la corroboración de la fuente contaminante y la cuantificación de la contaminación se procederá a:

1. Confeccionar la curva de comparación, a partir del hidrocarburo contaminante, con concentraciones de 20, 40 y 60 mg/L utilizando como disolvente n-hexano, p.a.
2. Realizar las lecturas espectrofotométricas de todos los puntos de la curva a 228 y 256 nm.
3. Calcular la razón R (absorbancia a 228 nm/absorbancia a 256 nm) para cada punto de la curva que muestre una absorbancia a 256 nm entre 0,400 - 0,800 unidades.
4. Procesar la muestra de agua mediante la técnica espectrofotométrica (fig. 3). Calcular la concentración a partir del factor

de la curva, teniendo en cuenta el volumen tomado de ésta.

5. Comparar los valores R obtenidos para la muestra y los patrones (anexo). Si existe correspondencia entre éstos, se corrobora la fuente contaminante y se procede a la cuantificación con la determinación de la concentración de hidrocarburo presente en la muestra. Si no existe correspondencia entre los valores de R para la muestra y los patrones, el hidrocarburo no se identifica como el verdadero contaminante, se procede entonces como en el caso de fuente desconocida no identificable.

6. Efectuar el seguimiento de la contaminación mediante el NOI (fig. 2) hasta los niveles de detección de éste, apropiados para la mayoría de las aguas de consumo. No obstante, si se requiere garantizar la mínima presencia de hidrocarburos en el agua, se continúa el seguimiento utilizando el método espectrofotométrico ultravioleta (fig. 3).

- B. Si las fuentes son *varias* y tienen *componentes diversos* se procede de la forma siguiente (fig. 4):

1. Obtención del patrón de referencia para el estudio de la contaminación; como patrón de referencia se utiliza la mezcla de hidrocarburos contaminantes presentes en el cuerpo de agua en estudio, para lo cual se toma una muestra de agua contaminada (de 5 a 10 L), volumen que permite la extracción de al menos 3 mg de la mezcla contaminante. Se extrae,

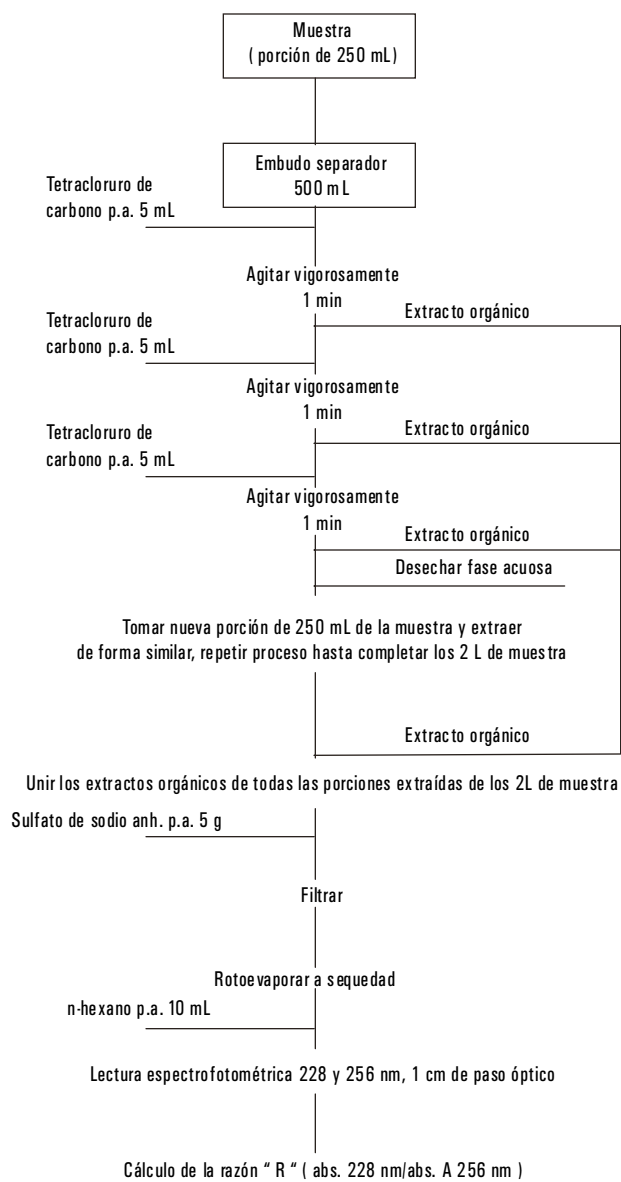


Fig.3. Diagrama del flujo de la determinación de hidrocarburos por espectrofotometría ultravioleta.

purifica y concentra el patrón como se describe en la figura 4. La mezcla seca de hidrocarburos se pesa con una precisión de 0,0001 g y se disuelve con n-hexano p.a. para producir una concentración de 100 mg/L.

2. Obtención de la curva de referencia para la cuantificación de la contaminación como en *fente conocida única* a partir del patrón anterior y cálculo de la concentración de la muestra con el factor de la curva, teniendo en cuenta el volumen de la muestra usado.
3. Se calcula el valor R del patrón disuelto en n-hexano si su absorbancia a 256 nm se encuentra entre 0,400-0,800 unidades. En caso contrario, diluir con n-hexano p.a. o concentrar hasta obtener un valor adecuado.
4. Seguimiento de la contaminación: éste se realiza por el método ultravioleta (fig. 3). La comparación entre los valores obtenidos de R de las muestras y el patrón, en muestras consecutivas, permite evaluar la variación en composición de los hidrocarburos contaminantes. Sus componentes mayoritarios se establecen al confrontar el valor R de la muestra con los del cuadro donde se presentan los valores de referencia de R por tipo de hidrocarburos.

II. Fuentes desconocidas

A. Sólo pueden ser *identificables* cuando la contaminación ha ocurrido con un tipo de hidrocarburo presente en alguna(s) de las fuentes probables, para lo que se

procederá como en el caso de las fuentes conocidas, se tomarán muestras de hidrocarburos de cada una de las fuentes.

Para la identificación del contaminante se procede como aparece en *fente conocida única* desde 1 hasta 4, teniendo en cuenta cada tipo de hidrocarburo muestreado, para los que se calcularán sus valores respectivos de R. Por comparación con el valor R de la muestra se realiza la identificación de la fuente contaminante, se procederá entonces a la cuantificación del hidrocarburo con la curva correspondiente realizada.

El seguimiento de la contaminación se realiza como aparece en *fente conocida única* en el número 6.

Fuente *desconocida no identificable*: Se procede como en *fuentes varias* y de *composición diversa* desde 1 hasta 4.

CONSIDERACIONES GENERALES

1. Se presenta una metodología para enfrentar la contaminación de las aguas por hidrocarburos, con el empleo de técnicas de análisis simples y con la garantía de un uso racional de los recursos (reactivos químicos, equipos y recursos humanos).
2. La metodología hace posible identificar la fuente contaminante o al menos sugerirla, cuantificar la contaminación y realizar su seguimiento con una fácil ejecución.
3. Su aplicación en el Laboratorio de Higiene del Ambiente en el Centro Provincial de Higiene y Epidemiología de Ciudad de La Habana ha mostrado resultados satisfactorios.

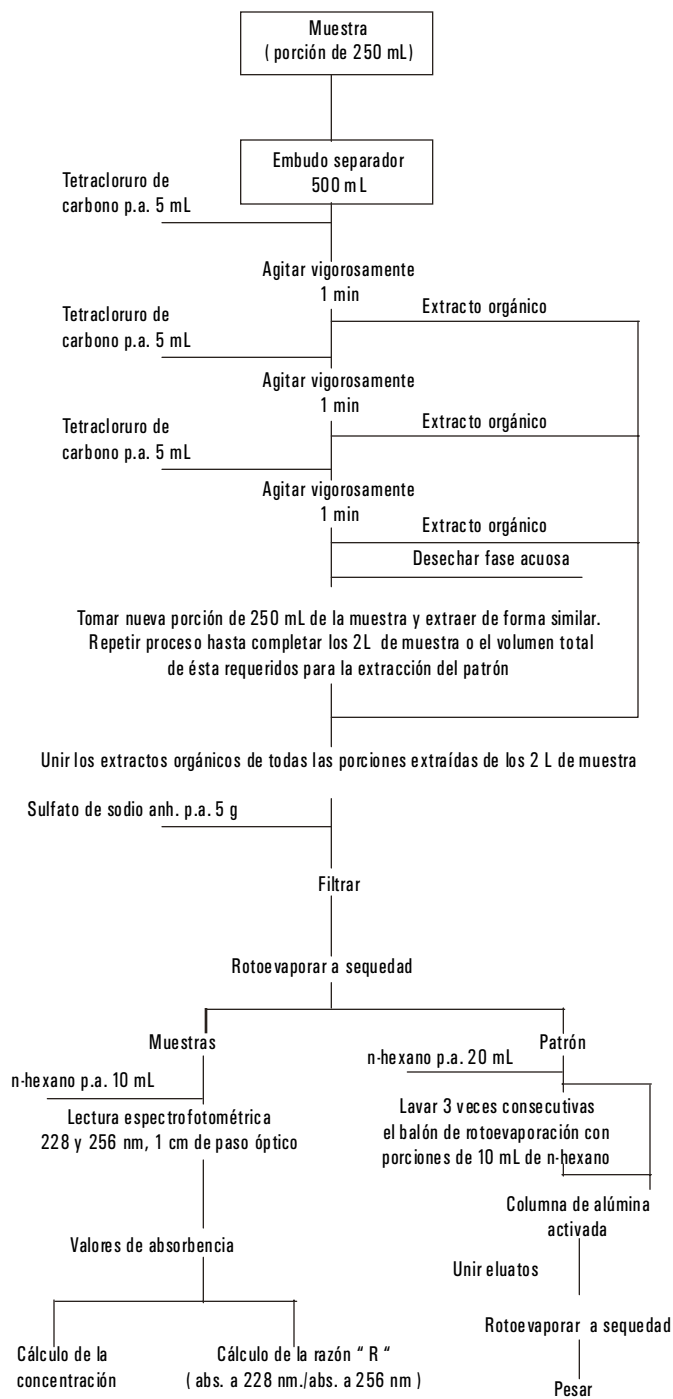


Fig. 4. Diagrama de flujo del procedimiento en muestras de aguas contaminadas por fuentes varias y composición diversa.

ANEXO. Valores de referencia de R para tipos de hidrocarburos contaminantes⁵

| Tipo de hidrocarburo | Rango de R |
|---|------------|
| Fuel oil y petróleos combustibles ligeros | 1,5 - 1,7 |
| Crudo | 1,7 - 2,0 |
| Aceites lubricantes | 2,6 - 3,6 |
| Diesel | 4,9 - 7,7 |
| Keroseno | 11,3 -12,3 |

SUMMARY

It is presented a methodology to study water. This procedure with efficient human and material resources allows to identify the contaminating hydrocarbons, to quantify them, to determine their source, and to follow them up. To this end, the analysis techniques to determine hydrocarbons by the number of incipient smell and by the ultraviolet method are combined. The simplification carried out by this method to approach this type of contamination permits its use in chemical laboratories with limited material resources, making possible its generalization to centers having basic laboratory equipment.

Subject heading: WATER POLLUTION; HYDROCARBONS/adverse effects; HYDROCARBONS/adverse effects.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Public Health Association (APHA). Standard methods for the examination of water and wastewater. 16 ed. Washington DC: American Public Health Association, 1985:496-502.
2. Environmental Protection Agency (EPA). Manual of methods for chemical analysis of water and wastes. Cincinnati: Environmental Protection Agency, Office of Technology Transfer, 1976:226-35.
3. Horowitz J, Guntz G, Nemchin R, Meloy TP. Identification of oil spills: comparison of several methods. Proceedings of The Joint Conference on Prevention and Control of Oil Spills; 1969 Dec 15-17; Washington. Washington: American Petroleum Institute/Water Pollution Control Administration, 1969:283-96.
4. Levy EM. The identification of petroleum products in the marine environment by absorption spectrophotometry. Water Research 1972;(6):57-69.
5. Martínez de Villa A, Prieto V. Metodología técnico-organizativa para el estudio de las contaminaciones por hidrocarburos en las aguas de consumo. Ponencias. II Congreso AIDIS de Norteamérica y el Caribe. IV Congreso de la Sociedad Cubana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental; 1995 Jun 5-9; Santiago de Cuba. La Habana: Asociación Internacional de Ingeniería Sanitaria, Asociación Cubana de Ingeniería Sanitaria; t2:830-8.
6. Anon. Analytical methods for the identification of source of pollution by oil of the seas, rivers and beaches. J Inst Petroleum 1970;(56):107-17.
7. Solanas AM, Ripoll J y Parés R. Cuantificación y tipificación de algunos hidrocarburos del agua por espectroscopia UV. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1986:1-17.

Recibido: 7 de abril de 1998. Aprobado: 7 de enero de 1999.

Lic. *Vicente I. Prieto Díaz*. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Infanta No. 1158 entre Llinás y Clavel, municipio Centro Habana, Ciudad de La Habana, Cuba. CP 10300.